

INDUS - TP2, partie II : *Layout* versus *Schematic*

Dimitri GALAYKO

1 Introduction à la partie II

Avant d'envoyer le dessin des masques au fabricant, il est nécessaire de s'assurer que le circuit défini par ces masques est conforme au schéma électrique conçu.

Il existe, en général, deux sources d'erreur : une faute de saisi du dessin de masque (connexion oubliée, une mauvaise dimensionnement d'un transistor) et éléments parasites liés à la réalisation physique du circuit (capacités et résistances parasites des connexions, transistors parasites etc...).

Dans cette partie nous proposons une suite de démarches permettant d'identifier d'éventuelles erreurs de ce genre sur le circuit d'OTA.

2 Extraction du schéma électrique à partir du dessin des masques et comparaison avec le schéma électrique original

Le test *DRC* ne donnant plus d'erreurs, le saisi du layout est terminé. On essayera maintenant d'extraire le schéma électrique correspondant au dessin des masques en prenant en compte les éléments parasites. Cette étape permet d'exclure les éventuelles fautes de saisi.

Tout d'abord on extrait le schéma électrique correspondant au dessin de masques. Pour cela on utilise l'extracteur de Calibre PEX. Cet outil essaye de reconnaître sur le dessin les éléments électriques, les connexions, les éléments parasites, etc., et de les transcrire sous forme d'une netlist électrique. C'est cette netlist qui sera être comparée plus tard au schéma électrique original.

Pour lancer l'extraction : dans la fenêtre d'édition de dessin des masques, allez dans le menu *Calibre*→*PEX*. Une fenêtre d'extracteur apparaît. Il y a un très grand nombre d'option ; nous avons configuré l'outil pour qu'il marche "tel quel" ; cependant, nous vous proposons de regarder les options disponibles. Notamment, dans le menu *Output* on peut définir le type d'extraction (capacités uniquement, capacités de couplage, résistances...) et surtout le type de sortie (une netlist ou une vue Cadence). Nous utilisons l'option *Calibre View* pour le format de sortie.

Cliquez sur *Run PEX* pour lancer l'extraction.

S'il n'y a pas d'erreurs, l'extraction a réussi. La cellule *OTA* contient, à présent, une vue avec *calibre* (vous pouvez le voir depuis la fenêtre *Library Manager*). On peut utiliser cette vue pour simuler le modèle électrique de OTA qui prend en compte les réalités du layout.

Ouvrez la nouvelle vue *calibre*, appuyez sur "Shift+f" et regardez le résultat : vous voyez à peu près votre layout, avec des éléments électriques dessus reconnus par l'extracteur.

Pour créer la netlist du schéma extrait : dans cette même fenêtre affichant le contenu de la vue *calibre* : allez au menu *Tools* → *Analog environnement*. La fenêtre d'environnement de simulation s'ouvre (vous la connaissez déjà). Choisissez un simulateur (Spectre, proposé par défaut) et demandez de générer la netlist (par défaut, au format Spectre) en faisant *Simulations* → *Netlist* → *Create*. Visualiser la netlist et considérez là.

Est-elle conforme à votre schéma électrique ?

3 Simulation comparative du schéma électrique originale et du schéma extrait

3.1 Préparatifs

Une fois l'extraction du schéma avec les éléments parasites réussie, fermez toutes les fenêtres sauf *CIW* et celle du gestionnaire de bibliothèques. Ouvrez le schéma *stimulis* et modifiez le de la façon suivante : placez une nouvelle instance de l'amplificateur (en utilisant son symbole) et reliez électriquement les entrées correspondantes des deux amplificateurs (par exemple, *Vinplus* avec *Vinplus*, *Vbias* avec *Vbias*, etc.). Raccordez à la sortie du nouvel amplificateur une capacité de charge identique à celle de l'ancien. De cette manière, les deux amplificateurs sont placés dans le même environnement : ils ont les stimuli identiques (les tensions d'entrée) et leurs sorties sont configurées de la même manière. Sauvegardez le schéma.

Simuler ce schéma en régime AC et visualiser, dans les mêmes axes, l'évolution de la tension de sortie en décibel en fonction de la fréquence *pour les deux amplificateurs*.

Si tout est correcte, les courbes doivent se confondre – car jusqu'à là, les deux amplificateurs identiques sont utilisés dans le même contexte.

3.2 Édition de liens hiérarchiques

Maintenant on modifie les liens qui mettent en correspondance un symbole et son contenu (un sous-circuit, un modèle etc...). Jusqu'à là, implicitement, le symbole de l'amplificateur était relié avec le sous-circuit OTA. En effet, par défaut, la vue *symbol* est associé avec la vue *schematic*. Or, comme nous avons dit, il est possible d'avoir plusieurs vues (ou représentations, ou modèles) d'un même élément – alors on peut vouloir associer un même symbole tantôt avec une, tantôt avec une autre.

Dans notre cas, l'amplificateur a deux représentations : son schéma électrique original et la vue *calibre* qui contient une netlist extraite. On doit donc pouvoir associer avec le symbole de l'amplificateur soit une représentation, soit l'autre, au choix.

L'outil *Hierarchy editor* offre cette possibilité. Pour s'en servir, il faut ajouter à la cellule *stimuli* une nouvelle vue en utilisant l'éditeur de hiérarchie. Pour cela, allez dans la fenêtre du gestionnaire des bibliothèques, et faites ça dans la vue *File* → *New* → *cell view*. Choisissez le type de la vue *config* et cliquez sur OK. La fenêtre d'éditeur d'hiérarchie s'ouvre en vous proposant de créer une nouvelle configuration. Cliquez sur *Use template* et choisissez *Spectre*.

Dans la fenêtre qui apparaît, allez dans le menu *view* et cochez la case *tree*. L'arbre qui apparaît recense tous les symboles faisant partie de chaque vue de la cellule *stimuli* appelant des représentations (modèles, vues) des niveaux de hiérarchie plus bas (même pour les connecteurs *vdd* et *gnd*). On peut même naviguer dans la hiérarchie et de voir les descendants des cellules amplificateurs, et ainsi de suite. La vue qui est prise en compte pour la simulation est indiquée entre parenthèses en face de chaque élément. Par exemple, le symbole de condensateur pointe sur la vue *Spectre* : cela veut dire que cet élément (le condensateur) est décrit par un modèle Spectre. Si pour un condensateur nous souhaitions utiliser un modèle alternatif, c'est là que nous indiquerions son nom.

Les deux symboles d'amplificateur pointent sur la vue *schematic* : cela veut dire que ces symboles sont liés avec des sous-circuit décrit dans la vue *schematic*.

Pour comparer le fonctionnement du schéma électrique extrait avec le schéma électrique original, on modifie le lien symbolique pour un des symboles d'amplificateur. Pour cela, on clique avec le bouton droit de la souris sur la ligne correspondant à l'instance de l'amplificateur visée et on sélectionne *Set Instance View* → *calibre*. Suite à cela, dans la fenêtre de hiérarchie, en face du nom de l'instance d'amplificateur, apparaît *calibre* dans la colonne *view to use*.

On quitte l'éditeur de hiérarchie en sauvant préalablement la configuration.

3.3 Simulation comparée

Maintenant il ne reste qu'à lancer la simulation.

Depuis la fenêtre affichant le schéma de la cellule *stimuli*, on ouvre l'environnement de simulation analogique (*ADE L* depuis le menu *Launch*) et avant de simuler, on crée et on visualise la netlist. Cela nous permettra de voir si la vue *calibre* a bien été pris en compte. En effet, si tout est correcte, la netlist inclut deux sous-circuits, l'une avec les capacités parasites, l'autre sans.

On fait la même simulation que toute à l'heure (on revient à la même fenêtre *ADE L*, si on l'avait fermée sans sauvegarder la configuration, on doit reconfigurer). Cette fois-ci l'évolution de la tension de sortie en fonction de la fréquence n'est pas tout à fait identique pour les deux transistors, même si la différence est subtile et se manifeste surtout à hautes fréquences.